

Poznań, 20 sierpnia 2008

Recenzja rozprawy habilitacyjnej dra Jerzego Hoffmanna pt. *Dielektryczne i elektrooptyczne właściwości chiralnych ciekłych kryształów* oraz ocena jego dorobku naukowego

Na rozprawę habilitacyjną dra Jerzego Hoffmanna składa się dziewięć prac opublikowanych w czasopismach fizycznych o międzynarodowym zasięgu (cztery w *Ferroelectrics*, dwa w *Acta Phys. Polon. A* i po jednej w *Phys. Rev. E*, *Phase Transitions* oraz *Proc. SPIE*) uzupełnionych 40-stronnicowym komentarzem. Wszystkie prace oprócz dwóch są współautorskie – na pierwszy plan wybija się w nich rola profesora Wojciecha Kuczyńskiego, z którym habilitant blisko współpracuje od 30 lat. Taka współpraca jest bardzo naturalna i często spotykana w dziedzinie fizyki doświadczalnej i satysfakcjonuje mnie oświadczenie Wojciecha Kuczyńskiego, że jego wkład we wszystkie siedem prac to „udział w interpretacji wyników i redakcji publikacji”, w dwóch przypadkach „przeprowadzenie rachunków” a w czterech przypadkach „udział w opracowaniu koncepcji pracy”. Wynikałoby stąd, że profesor Kuczyński, skądinąd doskonały eksperymentator, pełnił w tym tandemie rolę teoretyka a koncepcyjnie obaj panowie byli równoważnymi partnerami. Zadawałają mnie również oświadczenia pozostałych współautorów o dominującej roli habilitanta w dyskutowanych publikacjach.

Tytuł rozprawy jest może zbyt ogólny, ale odpowiada jej zawartości. Chiralność molekuł tworzących ciekły kryształ prowadzi do śrubowej (helikoidalnej) modulacji uporządkowania директора, a ponieważ anizotropowe własności elektryczne i optyczne ośrodka związane są z lokalną orientacją директора, wynika stąd nietrywialny problem eksperymentalnego wyznaczenia tych własności na podstawie globalnych własności mierzonych w laboratoryjnym układzie odniesienia. Jako fizyk eksperymentator, pan Jerzy Hoffman rozwiązuje w swojej tezie habilitacyjnej trzy związane z tym zagadnienia natury metodologicznej. Za czwarte osiągnięcie przedstawione w rozprawie uważam znalezienie punktu potrójnego na diagramie fazowym temperatura – pole elektryczne ciekłego kryształu MHPOPБ. Pokróćce ustosunkuję się do tych wyników.

(1) Metodologia wyznaczenia podłużnej i poprzecznej składowej przenikalności elektrycznej w chiralnych nematykach (cholesterykach), prace [H1] i [H2], obie jednoautorskie. Zarówno lokalnie jak i globalnie, cholesteryk jest jednoosiowy. Autor wyprowadził relacje łączące wartości lokalne obu składowych z wartościami globalnymi przy założeniu, że grubość próbki jest większa od skoku struktury śrubowej i dopuszczalne jest uśrednienie po kącie azymutalnym директора. O poprawności zastosowanej metodologii świadczy pokrywanie się uzyskanych wartości lokalnych dla struktur śrubowych z wartościami globalnymi po rozwinięciu struktury śrubowej pod wpływem zastosowanego pola magnetycznego. Znajac

wartości podłużnej i poprzecznej przenikalności dielektrycznej związane z układem direktora mógł dr Hoffmann pokusić się o powiązanie ich z wielkościami molekularnymi: polaryzowalnością oraz wartością i orientacją trwałego momentu dipolowego. Rozszerzenie na przypadek cholestryków teorii pola lokalnego typu Onsagera, zaproponowanej dla zwykłych nematyków w roku 1961 przez Maiera i Meiera, uważam za metodologicznie poprawne. Potrzebną zależność temperaturową parametru porządku wyznaczył autor z pomiarów dwójłomności optycznej a ostateczne dopasowanie, przedstawione na Fig. 2 w pracy [H2], zależności temperaturowej podłużnej i poprzecznej przenikalności dielektrycznej do prostej przeciw teorii, opartej na wielu założeniach, uważam za zdumiewające i warte szczególowszej dyskusji podczas kolokwium.

(2) Metodologia wyznaczenia trzech składowych przenikalności elektrycznej w chiralnych smektykach typu C (smektykach C*), prace [H3 – H6]. Smektyki C* są ferroelektryczne w kolejnych płaszczyznach smektycznych a wektory ich polaryzacji spontanicznej leżą w tych płaszczyznach i są prostopadłe do lokalnego kierunku direktora. Lokalnie, smektyki C* są więc dwuosiowe i ich przenikalność elektryczna ma trzy niezależne składowe. Za parametr porządku można przyjąć alternatywnie polaryzację spontaniczną płaszczyzny smektycznej, różnicę $\Delta\epsilon_{12}$ przenikalności w płaszczyźnie prostopadłej do direktora lub kąt pochylenia direktora względem normalnej do płaszczyzn smektycznych. Ze względu na występowanie struktury helikoidalnej, ferroelektryczność w chiralnych smektykach typu C można opisać w języku zespolonego parametru porządku: kąt pochylenia direktora θ odpowiada amplitudzie, a kąt azymutalny ϕ , fazie. W czterech wspomnianych pracach dr Hoffmann wraz z współautorami zajmowali się przede wszystkim wpływem na te parametry zewnętrznego pola elektrycznego. Prace [H3] i [H5] poświęcone są efektowi rozkręcania helisy (modulacji kąta ϕ) pod wpływem pola przyłożonego w płaszczyźnie smektycznej. Towarzyszy mu przyrost przenikalności elektrycznej w tym kierunku, zmieniający się sigmoidalnie od zera do wartości nasycenia i wykazujący odkrytą już wcześniej przez Jerzego Hoffmana histerezę. Autorzy pokazali, że zależność temperaturowa przyrostu przenikalności w nasyceniu reprodukuje dobrze zależność parametru porządku określonego innymi metodami. Ważna praca [H4] określa metodę wyznaczania trzech niezależnych składowych przenikalności w lokalnym układzie direktora i polaryzacji z pomiarów dla próbki homeotropowej, planarnej i w granicy rozkręcenia helisy. W pracy [H6] zmiany temperaturowe składowych przenikalności zostały powiązane ze zmianami kąta pochylenia helisy θ .

(3) Metoda określenia polaryzacji spontanicznej, prace [H7,H8]. Spontaniczne złamanie ciągłej symetrii występujące przy przejściu z fazy smektycznej A do fazy smektycznej C* oznacza mięknienie modu amplitudowego związanego z kątem pochylenia θ , określonym przez wartość polaryzacji zarówno wymuszonej jak i spontanicznej, oraz z pojawieniem się modu fazowego (Goldstone'a) związanego z kątem azymutalnym ϕ . W pracy [H7] z 1993 roku dr Hoffmann wraz z profesorami Kuczyńskim i Małeckim pokazali, jak badać oba mody zarówno metodą dielektryczną, wyznaczając podatność (pochodną polaryzacji elektrycznej po polu) jak i elektrooptyczną, wyznaczając odpowiedź optyczną

(pochodną po polu natężenia transmitowanej spolaryzowanej składowej wiązki światła). Obie metody okazały się dawać te same wyniki dla obu modów w otoczeniu temperatury przejścia fazowego. W ważnej pracy [H8] z roku 2005 wniosek ten został wykorzystany jako podstawa prostej metody wyznaczania polaryzacji ferroelektrycznej w płaszczyznach smektycznych i rozkładu tej polaryzacji na przyczynki pochodzące od mechanizmu piezoelektrycznego i fleksoelektrycznego. Wydaje się, że jest to pierwsza w literaturze efektywna i niekontrowersyjna metoda tego rozkładu.


(4) Diagram fazowy antyferroelektrycznego smektyka C^* , praca [H9]. Wraz ze współautorami pan Jerzy Hoffman (wymieniony jako pierwszy autor, odpowiedzialny za korespondencję) zbadał wpływ zewnętrznego silnego pola elektrycznego na przejścia fazowe smektyk A – smektyk C^*_α – smektyk C^* w bardzo ciekawym związku oznaczanym jako MHPOPb. Korzystając z opisanych w poprzednim punkcie metod elektrooptycznych, badacze byli w stanie wyznaczyć wartość kąta nachylenia (lub pozornego kąta nachylenia w przypadku zdeformowanej helisy) w funkcji temperatury i pola. Na diagramie fazowym otrzymali punkt potrójny między trzema fazami. Ten ważny wynik, w zestawieniu z przyszłym modelem teoretycznym pozwoli, być może, wyjaśnić tajemniczą do dzisiaj naturę pośredniej fazy C^*_α i zmiany jej, zależnie od warunków eksperymentu i historii próbki, na jeszcze inne fazy.

Komentarz do rozprawy habilitacyjnej nie jest napisany zbyt jasno. Prace oryginalne czyta się o wiele prościej. Musiałem się sporo natrudzić aby oddzielić oryginalne osiągnięcia habilitanta od ogólnych informacji o fizyce chiralnych ciekłych kryształów. Jeden błąd językowy zwrócił moją uwagę. Autor bardzo często używa niepoprawnego terminu *struktura spiralna* na określenie uporządkowania pola direktora w chiralnym ciekłym kryształ. Poprawnym terminem jest *struktura śrubowa* lub, równoważnie, *struktura helikoidalna*.

Łącznie, pan Jerzy Hoffmann jest autorem lub współautorem 27 prac opublikowanych w czasopismach lub monografiach o cyrkulacji międzynarodowej. Według dostarczonych przez niego danych prace te były cytowane 145 razy w czasopismach i 9 razy w monografiach naukowych. 23 prace zostały opublikowane po roku 1979, w którym pan Hoffman obronił pracę doktorską wykonywaną pod kierunkiem profesora Jerzego Małeckiego. 14 prac, nie składających się na rozprawę habilitacyjną, można więc uznać za dorobek naukowy habilitanta. Prace te, niektóre bardzo ciekawe, jak np. praca z *Ferroelectrics* z 2002 roku o przejściach fazowych w układzie binarnym MNPOPb/670, są tematycznie bardzo zbliżone do pracy habilitacyjnej, ale taki już jest los fizyka eksperymentatora z pokolenia pana Jerzego Hoffmanna, że nie łatwo mógł sobie pozwolić na radykalną zmianę tematyki badań. Wraz z profesorem Wojciechem Kuczyńskim, dr Hoffmann zorganizował laboratorium badań ferroelektrycznych ciekłych kryształów w Instytucie Fizyki Molekularnej PAN i był konstruktorem wielu działających w tym laboratorium aparatów. Do dorobku kandydata należy także z dużą wagą zaliczyć praktyczną metodę polaryzacji taśmy polimerowej opatentowaną w 1986 i stosowaną w końcu lat 80-tych w Tonsilu przy produkcji mikrofonów elektretowych.

Jako pracownik PAN, dr Hoffmann nie ma zbyt dużego doświadczenia dydaktycznego. Przez 10 lat prowadził jednak zajęcia w pracowniach fizycznych studentów Politechniki Poznańskiej i był opiekunem 5 niezłych, sądząc z tytułów, prac magisterskich.

Podsumowując, uważam dorobek dra Jerzego Hoffmana za wystarczający do habilitacji a wyniki przedstawione w rozprawie habilitacyjnej jako w większości nowe w literaturze, metodologicznie twórcze i ciekawe. Za najbardziej wartościowe uważam (a) interpretację zależności temperaturowej przenikalności elektrycznej cholesteryków w języku parametrów molekularnych, (b) metodę wyznaczania polaryzacji spontanicznej warstwy smektycznej z jednoczesnych pomiarów dielektrycznych i elektrooptycznych oraz (c) znalezienie punktu potrójnego na diagramie fazowym temperatura – pole elektryczne smektyka MHPOB. Sądząc, że zarówno rozprawa habilitacyjna jak i dorobek naukowy dra Jerzego Hoffmanna spełniają wszelkie warunki habilitacji określone ustawą, wnoszę o przyjęcie tezy i dopuszczenie jej autora do kolokwium habilitacyjnego.



Michał Kurzyński
Profesor zwyczajny, Wydział Fizyki UAM